

Manutenção de Barragens de Terra: Procedimentos para Levantamentos de Anomalias e Indicações de Ações Corretivas

Roberto Santos Rodrigues
IFSC, Florianópolis, Brasil, roberto.sr@aluno.ifsc.edu.br

Fernanda Simoni Schuch
IFSC, Florianópolis, Brasil, fernandass@ifsc.edu.br

Elodio Sebem
IFSC, Florianópolis, Brasil, elodio.sebem@ifsc.edu.br

Jucelio Gonçalves
IFSC, Florianópolis, Brasil, jucelio@ifsc.edu.br

Fábio Krueger da Silva
IFSC, Florianópolis, Brasil, fabio.krueger@ifsc.edu.br

RESUMO: Barragens de terra são estruturas construídas para diversas finalidades, sendo elas: acúmulo de água, irrigação de agriculturas, abastecimento humano, geração de energia, regulação de cheias, dentre outras. Mas, além de gerar benefícios, as estruturas podem gerar riscos para a população do seu entorno, pela falta de manutenção das mesmas. A fim de se evitar acidentes ou incidentes, criaram-se leis e políticas no Brasil e no mundo, as quais exigem a fiscalização, inspeção e manutenção de barragens. No intuito de produzir procedimentos, e assim, fazer cumprir a legislação vigente para segurança de barragens de terra, realizou-se uma inspeção em campo, para identificação de anomalias de uma barragem de terra no estado de Goiás (estudo de caso), através do preenchimento de fichas de inspeção. Na sequência os dados coletados foram sistematizados dados, de modo a se planejar as principais ações para solucionar as anomalias encontradas. Dentre essas anomalias encontradas pode-se citar: erosões, crescimento de arbustos e pequenas árvores, colônias de animais no corpo da barragem de terra e drenagem superficial inoperante. A execução de ações propostas para essas anomalias irá possibilitar a recuperação da barragem, garantido assim a segurança do barramento, do meio ambiente e de pessoas que convivem no seu entorno.

PALAVRAS-CHAVE: Manutenção de barragem; Anomalias em barragem de terra; Monitoramento de barragens; Inspeção de barragem de terra.

ABSTRACT: Earth dams are structures built for various purposes, including water storage, agricultural irrigation, human supply, power generation, flood control, among others. However, besides generating benefits, these structures can pose risks to the surrounding population due to lack of maintenance. In order to prevent accidents or incidents, laws and policies have been created in Brazil and worldwide, which require the supervision, inspection, and maintenance of dams. With the aim of producing procedures and thus enforcing the current legislation for the safety of earth dams, an on-site inspection was carried out to identify anomalies in a dam in the state of Goiás (case study), through the completion of inspection forms. Subsequently, the collected data were systematized in order to plan the main actions to solve the anomalies found. Among these anomalies found, erosion, growth of bushes and small trees, colonies of animals on the body of the earth dam, and non-operational surface drainage can be mentioned. The execution of proposed actions for these anomalies will enable the recovery of the dam, thus ensuring the safety of the structure, the environment, and the people living in its vicinity.

KEYWORDS: Dam maintenance; Earth dam anomalies; Dam monitoring; Earth dam inspection

1 INTRODUÇÃO

De acordo com o Sistema Nacional de Informação sobre Segurança de Barragens (SNISB, 2024), existem, no Brasil, 26.721 barragens cadastradas. Dessas, 4.000 apresentam dano potencial associado Alto, 1.300 Médio, 7.100 Baixo e 14.300 não são classificadas. Do total de barragens cadastradas, 6.079 estão sujeitas à Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), conforme a Lei nº 12.334/2010 (BRASIL, 2010). Esta lei, modificada pela Lei nº 14.066/2020 (BRASIL, 2020), aplica-se a barragens destinadas à acumulação de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos, e à acumulação de resíduos industriais que apresentem pelo menos uma das seguintes características: altura do maciço igual ou superior a 15 metros, capacidade do reservatório igual ou maior que 3.000.000 m³, ou reservatório que contenha resíduos perigosos conforme normas técnicas aplicáveis.

As barragens cadastradas no Brasil e submetidas à Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB) têm diversas finalidades, como geração de energia elétrica, irrigação, abastecimento de água, regularização de cheias e contenção de rejeitos industriais ou de mineração. Segundo o Relatório Anual de Segurança de Barragens da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA, 2024), 56% das barragens foram construídas em terra, 4% em concreto convencional, 5% em terra-enrocamento, e 27% não possuem informações sobre o material utilizado na construção.

Diante da preocupação com rupturas e a segurança das barragens, várias ações devem ser adotadas, incluindo a recuperação de barragens degradadas pelo tempo. É essencial que empreendedores e autoridades públicas responsáveis implementem medidas preventivas adequadas para minimizar os riscos de ruptura. As barragens de terra, em particular, são mais suscetíveis ao desgaste com o tempo se não forem submetidas a manutenções periódicas. Problemas como erosões, crescimento desordenado de vegetações, danos causados por animais e perdas na eficiência da drenagem interna e superficial são comuns. Este trabalho tem como objetivo apontar problemas específicos em barragem de terra sujeita à PNSB, e propor soluções eficazes para a manutenção e segurança da mesma. Realizaram-se os apontamentos tomando-se como estudo de caso, a inspeção numa barragem no Estado de Goiás/Br, observando-se as indicações da Agência Nacional de Águas (ANA), em seus manuais.

2 MÉTODO DA PESQUISA

Realizou-se pesquisa de campo, de natureza qualitativa-descritiva, baseando-se em um estudo de caso, onde, por meio de um procedimento de inspeção visual, observou-se, coletou-se e analisou-se anomalias no corpo de uma barragem de terra, localizada no Estado de Goiás/Br.

Construída em 2002, a obra em questão, tem como finalidade a regularização das vazões, ou seja, controlar o fluxo de água do rio para garantir um fluxo constante a jusante da estrutura, além de permitir a captação para irrigação agrícola e o controle de cheias em sua bacia hidrográfica. Localizada na Bacia Hidrográfica do Rio Paranã, no Estado de Goiás, a barragem possui um reservatório com cerca de 30 km² e um volume de armazenamento de 190 hm³. A crista da barragem tem uma extensão de 1.760 m, altura máxima de 33 m e volume total de aterro da ordem de 1.150.000 m³. Neste trabalho, devido a questões de confidencialidade, o nome da obra em questão não será divulgado.

O procedimento para levantamento de anomalias da barragem de terra se deu através de preenchimento de ficha de inspeção, a qual foi desenvolvida, baseando-se nos dados abordados pela ANA, utilizando-se como modelo a ‘Ficha Para Inspeção Regular de Barragens de Terra’ da ANA (ANA, 2024), na qual são apresentados os dados gerais e condição atual da barragem, situação, magnitude e nível de perigo das anomalias reportadas. A ficha (Tabela 1) é dividida em partes, a saber: Barragem. O item da Barragem é subdividido entre Crista, Talude de Montante, Talude de Jusante e Instrumentação (ANA, 2024) e este foi o item pesquisado para a presente publicação. O levantamento de campo foi realizado no ano de 2021 e, neste artigo apresentam-se as anomalias observadas no talude de montante, talude de jusante e crista.

Para cada parte da estrutura inspecionada, marcou-se na ficha a atual ‘situação’, ‘magnitude’ e ‘nível de perigo’, pintando ou assinalando o quadrado correspondente (em verde na Tabela 1). As situações são classificadas como: NA – Este item não é aplicável; NE – Anomalia não existente; PV – Anomalia constatada pela primeira vez; DS – Anomalia diminuiu; PC – Anomalia permaneceu constante; AU – Anomalia aumentou e NI – Este item não foi inspecionado. Quanto a sua magnitude, estas são classificadas como: I – Insignificante; P – Pequena; M – Média e G – Grande. E, quanto ao Nível de Perigo (NP) que alterna entre os valores de 0 a 3, sendo estes classificados como: 0 – Nenhum; 1 – Atenção; 2 – Alerta e 3 – Emergência.

Tabela 1. Ficha de Inspeção.

SITUAÇÃO:
NA - Este item Não é Aplicável
NE - Anomalia Não Existente
PV - Anomalia constatada pela Primeira Vez
DS - Anomalia Desapareceu
DI - Anomalia Diminuiu
PC - Anomalia Permaneceu Constante
AU - Anomalia Aumentou
NI - Este item Não Foi Inspeccionado

MAGNITUDE:
I - Insignificante
P - Pequena
M - Média
G - Grande

NÍVEL DE PERIGO: (NP)
0 - Nenhum
1 - Atenção
2 - Alerta
3 - Emergência

B.	BARRAGEM	SITUAÇÃO										MAGNITUDE				NP
B.1	TALUDE DE MONTANTE	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	1		
1	Erosões	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	1		
2	Escorregamentos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	1		
3	Rip-rap incompleto, destruído ou deslocado	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	2		
4	Afundamentos e buracos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	1		
5	Árvores e arbustos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	1		
6	Erosão nos encontros das ombreiras	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-		
7	Formigueiros, cupinzeiros ou tocas de animais	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	1		
8	Deslocamento de blocos de rocha pelo efeito de ondas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	2		
B.2	CRISTA	SITUAÇÃO										MAGNITUDE				NP
1	Erosões	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	1		
2	Fissuras longitudinais e transversais	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-		
3	Falta de revestimento	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	0		
4	Falha no revestimento	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	0		
5	Desabamentos/afundamentos (recalques)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	1		
6	Árvores e arbustos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	1		
7	Defeitos na drenagem	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	1		
8	Defeitos no meio-fio	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-		
9	Formigueiro, cupinzeiros ou tocas de animais	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	1		
10	Desalinhamento do meio-fio	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-		
11	Depressões devido à falta de sobrelevação	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-		
B.3	TALUDE DE JUSANTE	SITUAÇÃO										MAGNITUDE				NP
1	Erosões ou ravinamentos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	1		
2	Escorregamentos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	1		
3	Fissuras	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-		
4	Falha na proteção granular	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-		
5	Falha na proteção vegetal	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	1		
6	Afundamentos e buracos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-		
7	Árvores e arbustos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	1		
8	Erosão nos encontros das ombreiras	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-		
9	Cavernas e buracos nas ombreiras	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-		
10	Canaletas quebradas ou obstruídas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	1		
11	Formigueiros, cupinzeiros ou tocas de animais	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	1		
12	Sinais de movimento	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-		
13	Sinais de fuga de água ou áreas úmidas (surgências)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	1		
14	Carreamento de material na água dos drenos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-		

Uma vez observadas e identificadas as anomalias, buscou-se as soluções adequadas para sua correção. Isso resultou na elaboração de uma tabela contendo as seguintes informações: Área inspecionada; Anomalias mapeadas; e Sugestões de ações corretivas / Serviços de manutenção a serem executadas, a qual consta no item 4 deste artigo.

3 ANOMALIAS ENCONTRADAS

Sabe-se que, ao longo da inspeção são diversas as anomalias que podem ser encontradas, porém, para o estudo de caso em particular, as anomalias encontradas foram: vegetação com raízes profundas; problemas no “rip-rap” de montante; erosões; falhas na drenagem superficial; presença de colônia de animais. Tais anomalias foram observadas no talude de montante, talude de jusante e crista. Cada uma destas, segue descrita brevemente nos subitens abaixo:

3.1. Vegetação com raízes profundas

Identificou-se a presença de vegetação excessiva, como pequenas árvores e arbustos sobre o corpo da barragem de terra. Este tipo de vegetação acaba dificultando a visibilidade para a identificação de outras anomalias e pode contribuir para a redução de resistência do solo, acelerando processos erosivos e gerando também caminhos preferenciais para a percolação devido às raízes profundas.

3.2 Problemas no “rip-rap” de montante

No paramento de montante da barragem de terra era prevista uma proteção de enrocamento ou “rip-rap”. Esta proteção normalmente é formada por duas camadas, onde a camada externa é de rochas de dimensões maiores para proteger o talude principalmente da força das ondas e por uma camada interna de rochas de dimensões menores que tem a função de evitar que a água que passa pela camada externa carregue partículas do solo do talude.

Verificou-se que o talude se encontra com trechos desprotegidos, com excesso de vegetação e com erosões aparentes nesses trechos. O “rip-rap” sofreu movimentações e diminuição da espessura da camada de proteção, provavelmente devido à ação das ondas ou disposição inadequada das rochas durante sua construção.

3.3 Erosões

Este tipo de anomalia encontra-se presente em diversas partes da barragem, tanto no espaldar de montante como no de jusante. O espaldar de montante apresenta a maioria das erosões em áreas entre a crista da barragem e o trecho de proteção de “rip-rap”. Esse trecho corresponde ao trecho desprotegido do talude, ficando exposto e mais suscetível a esse tipo de anomalia. No espaldar de jusante, a maioria das incidências de erosões encontra-se próximo às descidas em escada da drenagem superficial. A ineficiência do sistema de drenagem e a falta de proteção no talude dão origem a esse tipo de anomalia, uma vez que as águas pluviais descem pelo talude de forma descontrolada, surgindo assim as erosões.

3.4 Falhas da Drenagem Superficial

A drenagem superficial prevista no projeto executivo era composta por canaletas do tipo meia-cana ao longo de toda a crista da barragem e descidas em escadas espaçadas a cada 80 metros uma descida da outra. Identificou-se em campo que a crista apresenta ravinamentos junto aos *off-set's* de montante e jusante não sendo possível a visualização do sistema de drenagem superficial, estando o mesmo enterrado e as descidas em escadas com ocorrência de assoreamento, tornado assim o sistema de drenagem ineficiente ou mesmo inoperante em alguns casos. A crista da barragem deveria possuir inclinação única de 2% na direção do talude de jusante, direcionando as águas da chuva para as canaletas, mas o observado em campo é que a crista apresenta inclinações variadas tanto para montante quanto para jusante.

Além de apresentar desgastes naturais, por conta da ação do tempo, as descidas em escadas apresentam também assoreamento em alguns degraus e a possível causa para os problemas de assoreamento das escadas é o fato de não mais existirem as canaletas na crista da barragem, isso faz com que as águas pluviais desçam de forma descontrolada carreando material da barragem ao longo dos degraus. Além do assoreamento nas escadas, essa também é a provável causa das erosões em todo o espaldar.

3.5 Presença de Colônia de Animais

Durante a inspeção identificou-se a presença de colônia de animais, em especial, cupinzeiros, comuns na região em que a obra se localiza. Esses cupinzeiros se tornam um grande problema quando ganham grandes proporções, pois podem diminuir o caminho das percolações, facilitando assim a saturação e deterioramento do sistema de drenagem interna.

4 AÇÕES CORRETIVAS PROPOSTAS

Com base nas anomalias encontradas e acima descritas, apresenta-se na tabela 2 as ações corretivas sugeridas para cada região do barramento.

Tabela 2. Sugestões de ações corretivas das anomalias encontradas.

Área inspecionada	Anomalias mapeadas	Sugestões de Ações corretivas / Serviços de manutenção a serem executados
Talude de Montante	a. Processos de erosão superficial; b. Deslocamento dos blocos de rocha do “rip-rap”; c. Inexistência do “rip-rap” acima do nível do reservatório; d. Vegetação de tamanhos variados; e. Existência de cupinzeiros.	a. Recuperação das erosões superficiais e recuperação com solo, solo cimento ou sacaria de solo cimento; b. Recomposição dos blocos de rochas da proteção. c. Executar a proteção do “rip-rap” até a cota da crista da barragem; d. Remoção de todos os arbustos e pequenas árvores existentes; e. Remoção de todas os cupinzeiros existentes; f. Execução da proteção do talude com Geocélulas, como alternativa ao rip-rap.
Crista da barragem	a. Erosões junto ao “off-set” de montante e jusante; b. Ausência de revestimento ou pavimento; c. Drenagem superficial danificada ou inexistente; d. Vegetação de tamanhos variados; e. Existência de cupinzeiros.	a. Recuperação das erosões superficiais e recuperação com solo, solo cimento ou sacaria de solo cimento; b. Execução da pavimentação da crista e correção da declividade; c. Recuperar e executar a drenagem superficial; d. Remoção de todos os arbustos e pequenas árvores existentes; e. Remoção de todas os cupinzeiros existentes.
Talude de Jusante	a. Processos de erosão superficial; b. Deficiência da proteção do espaldar; c. Drenagem superficial assoreada e/ou inexistente; d. Vegetação de tamanhos variados; e. Existência de cupinzeiros.	a. Recuperação das erosões superficiais e recuperação com solo, solo cimento ou sacaria de solo cimento; b. Recomposição da proteção vegetal nos taludes; c. Recuperação da drenagem existente e execução de novos dispositivos; d. Remoção de todos os arbustos e pequenas árvores existentes; e. Remoção de todas os cupinzeiros existentes; f. Execução da proteção do talude com Geocélulas, como alternativa ao rip-rap.

4.1 Tratamentos Superficiais

Dentre os serviços de manutenção elencados na Tabela 2, destacam-se aqui, os procedimentos indicados para se realizar: a remoção de arbustos e/ou pequenas árvores, a remoção de colônias de pequenos animais e a recomposição com solo, solo cimento ou sacaria de solo cimento.

4.1.1 Remoção de Arbustos e/ou Pequenas Árvores

A sequência para a remoção e/ou supressão deverá seguir:

- Remover o arbusto/árvore de forma cuidadosa, devendo-se garantir a remoção das raízes;
- Previamente a recomposição dos vazios deve-se executar a remoção dos materiais soltos e aspergir água para evitar a perda de umidade do material de substituição para o remanescente do aterro;
- O Material de substituição (solo ou solo cimento) deverá ser compactado em camadas com espessura máxima (10 cm - compactador manual / 15 cm - compactador mecânico) até o completo preenchimento do vazio.

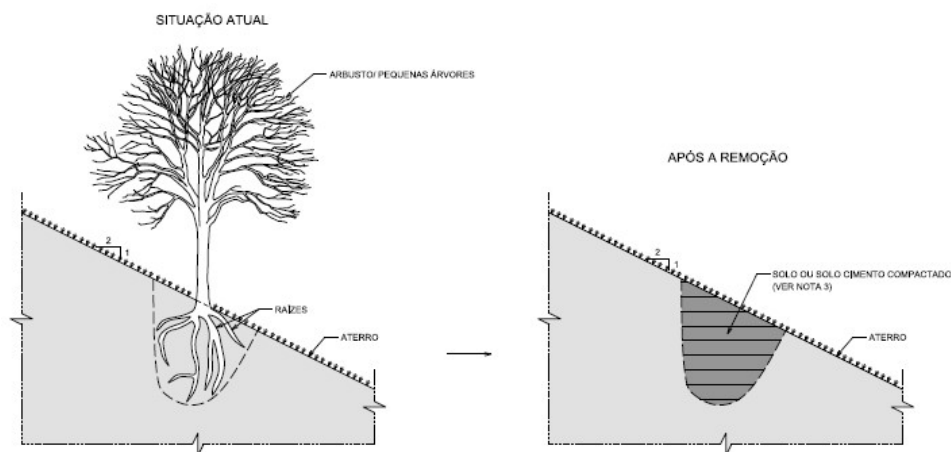


Figura 1. Remoção de arbustos e/ou pequenas árvores.

Fonte: Própria

4.1.2 Remoção de Colônia de Animais

A sequência para a remoção de colônia de animais deverá seguir:

- Remover toda a colônia tomando-se o cuidado/garantia de remoção de toda a parte que se situa abaixo do nível do terreno;
- Previamente a recomposição dos vazios deve-se executar a remoção dos materiais soltos e aspergir água para evitar a perda de umidade do material de substituição para o remanescente do aterro;
- O Material de substituição (solo ou solo cimento) deverá ser compactado em camadas com espessura máxima (10 cm - compactador manual / 15 cm - compactador mecânico) até o completo preenchimento do vazio.

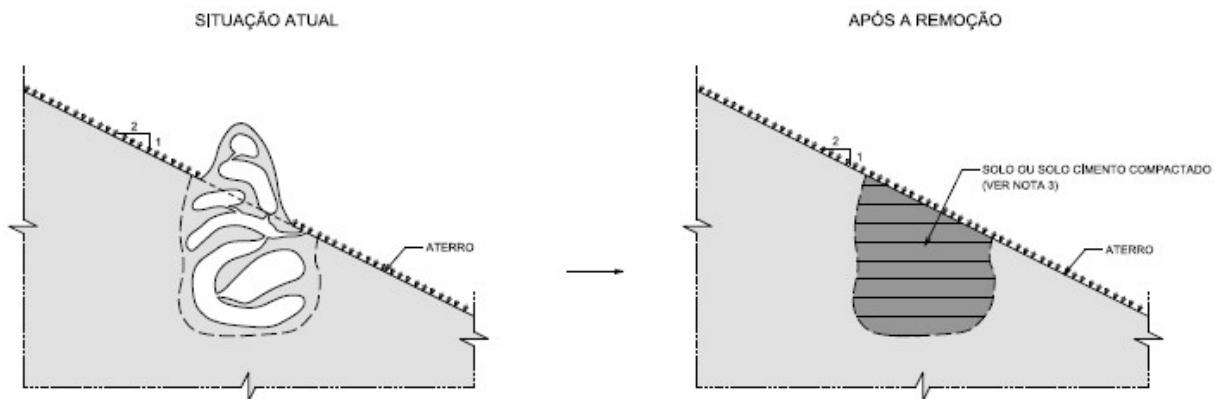


Figura 2. Remoção de colônia de animais.
Fonte: Própria

4.1.3 Recomposição com Solo, Solo Cimento ou Sacaria de Solo Cimento

A sequência para a recomposição com solo ou solo cimento deverá seguir:

- Remoção e limpeza do recinto a ser recomposto eliminando todo o material erodido/depositado;
- Aspergir água no maciço terroso de forma a corrigir a umidade;
- Executar o preenchimento do vazio seguindo as premissas e recomendações de projeto

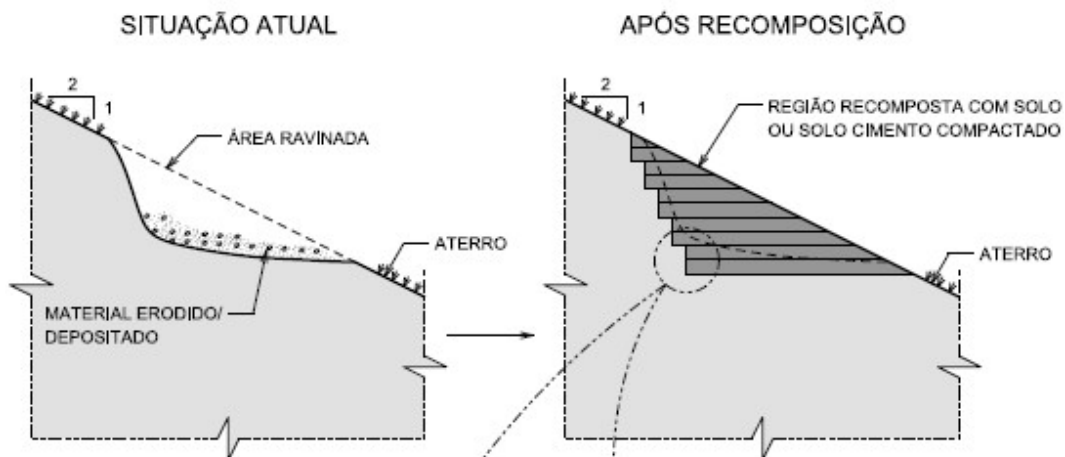


Figura 3. Recomposição com solo ou solo cimento.
Fonte: Própria

A sequência para a recomposição com sacaria de solo cimento deverá seguir:

- Remoção e limpeza do recinto a ser recomposto eliminando todo o material erodido/depositado;
- Executar regularização com concreto magro, traço 1:4:8, de regularização ($e_{\text{mínimo}}=5$ cm);
- Executar recomposição com sacaria de solo cimento seguindo as premissas e recomendações de projeto;
- Executar o fechamento junto à crista da recomposição com concreto magro

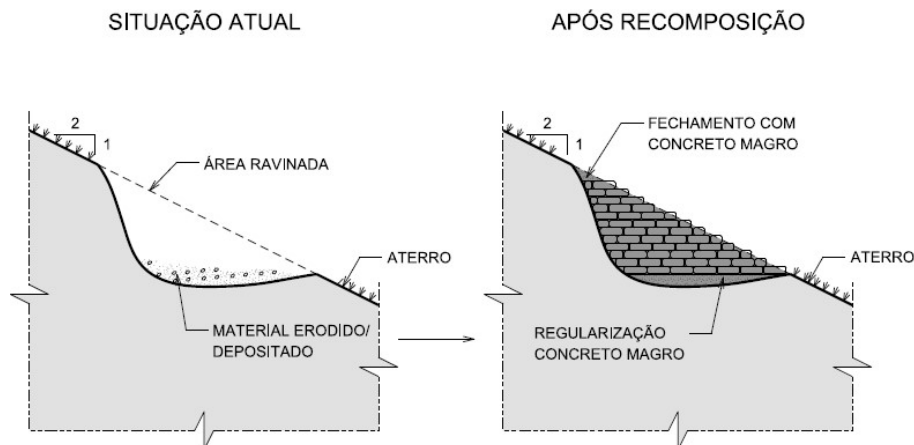


Figura 4. Recomposição com sacaria de solo cimento.

Fonte: Própria

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As estruturas analisadas da barragem de terra do estudo de caso foram: talude de montante, crista e talude de jusante. Encontrou-se as seguintes anomalias: processos de erosões superficiais, deslocamento dos blocos de rocha do “rip-rap”, vegetação de tamanhos variados, existência de cupinzeiros e drenagem superficial danificada ou inexistente. Os tratamentos adotados foram: recuperação de erosões superficiais, recomposição das proteções dos taludes, remoção de arbustos e colônia de animais e recuperação de drenagem superficial. Com estes procedimentos de recuperação as anomalias que comprometem as estruturas serão eliminadas. Porém para que o barramento continue em um estado de conservação aceitável para a segurança será necessário a operação com monitoramentos constantes e manutenções sempre que apresentar futuras manifestações patológicas.

Sugere-se que trabalhos futuros similares sejam realizadas em outras regiões do Brasil, de modo a se obter um panorama nacional das anomalias mais recorrentes neste tipo de obra de terra, favorecendo assim, a elaboração de procedimentos assertivos e periódicos de manutenção, destas relevantes obras de engenharia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANA, Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. *Modelo ANA – Ficha de inspeção de segurança regular de barragem de terra*. Disponível para download em: < <https://www.gov.br/ana/pt-br/todos-os-documentos-do-portal/documentos-sre/barragens/modeloanafichaparainspecaoregulardebarragemdeterra.docx/view> > Acesso em 15 Mar. 2024.
- ANA, Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. *Relatório de Segurança de Barragens-2022*. Disponível em: < <https://www.snisb.gov.br/portal-snisb/documentos-e-capacitacoes?tipo=documento&id=121> > Acesso em 23 Jun. 2024.
- BRASIL. Lei nº 12.234, de 20 de setembro de 2010. *Política Nacional de Segurança de Barragens destinadas à acumulação de água para quaisquer usos*. Alterada pela Lei nº 14.066/2020. Disponível em: < https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Atos2007-2010/2010/Lei/L12234.htm > Acesso em 23 Jun. 2024.
- BRASIL. Lei nº 14.066, de 30 de setembro de 2020 *que altera dispositivos da Lei nº 12.334/2010. Política Nacional de Segurança de Barragens destinadas à acumulação de água para quaisquer usos*. Disponível em: < https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/atos2019-2022/2020/lei/14066.htm > Acesso em 23 Jun. 2024.
- SNISB, Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens. Disponível em: < <https://www.snisb.gov.br/portal-snisb/inicio> > Acesso em 23 Jun. 2024.